

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086905

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/343

H01S 5/22

(21)Application number : 2001-276994

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 12.09.2001

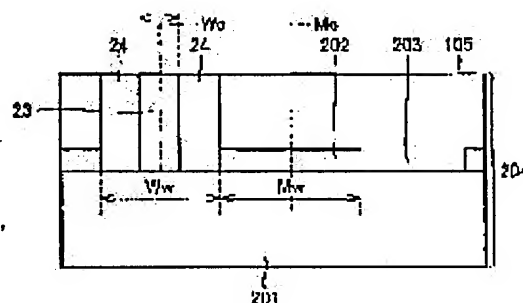
(72)Inventor : TSUDA YUZO
ITO SHIGETOSHI

(54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND SEMICONDUCTOR OPTICAL UNIT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor laser element which is reduced in laser oscillation threshold current density by optimizing the position of a current constriction part located above a mask pattern.

SOLUTION: This nitride semiconductor laser element includes a mask substrate containing a mask pattern on which a stripe-like mask 202 formed of growth restraining film where a nitride semiconductor is hardly grown and a stripe-like window 203 where no mask is formed are provided, a nitride semiconductor base layer formed on the mask substrate, and a light emitting element structure containing a light emitting layer which includes a well layer sandwiched between an N-type layer and a P-type layer or the well layer and a barrier layer in contact with the well layer provided on a nitride semiconductor substrate or a nitride semiconductor layer laminated on the nitride semiconductor substrate. At least a part of a current constriction part is formed apart from the center of the window by 1 μm or above in the direction of the window stripe and in a region above the width of the window.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(51)Int.Cl.	識別記号	FI	ナントナ (参考)
H01S 5/343	610	H01S 5/343	610 5F073
5/22			5/22

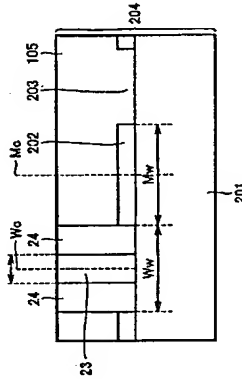
(21) 出願番号	特開2001-276894(P2001-276894)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長瀬町2番22号
(22) 出願日	平成13年9月12日(2001.9.12)	(72) 発明者	津田 有三 大阪府大阪市阿倍野区長瀬町2番22号 シャープ株式会社内
		(73) 発明者	伊藤 茂裕 大阪府大阪市阿倍野区長瀬町2番22号 シャープ株式会社内
		(74) 代理人	10006746 非理士 森見 久敏 Fターム(参考) 5B07 AA07 AA13 AA72 BA04 CA02 CA07 CB06 DA05 DA35 EA23

(54) 【発明の名称】 空化物半導体レーザ素子とその半導体光半導体置

(57)【要約】
(修正有)

【課題】 マスクパターン上部の電流狭窄部分の形成位置を適正化することにより、レーザ発振値電流密度の低い窒化物半導体レーザ素子を提供する。

【解説】 窒化物半導体基板もしくは窒化物半導体基板上に積層された窒化物半導体層上に、窒化物半導体層がエピタキシャル成長もしくは成長抑制膜から構成されてなるストライプ状の窒素302とが設けられたマスクを形成する窒化物半導体層と、少なくともn型層とp型層とによって挟まれた窒化物半導体層または井戸型とそれに接する埋込層とを含む窒化物半導体層とを積層することによって、窒素の中央から窒素のストライプ方向に向かって1 μm ほど離れ、かつその窒素の層内の上部領域に電流誘導部分の少なくとも一部が形成されることを特徴とし



【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物半導体基板上もしくは窒化物半導体基板上に積層された窒化物半導体膜上に、窒化物半導体膜に比してキャリアシールド層として成長抑制膜が形成されてなるストライプ状のマスクと、前記マスクが形成されてなるストライプ状のマスクと、前記マスク基板上に形成された窒化物半導体下層と、少なくとも型層とp型窒化物半導体層とを含むマスク基板を含み、前記マスク基板が窒化物半導体下層と、少なくとも型層とp型窒化物半導体層とを含む窒化物半導体層とに接する状態によって挟まれた層間または井戸層とこれらに接する窒化物半導体層とを含む発光層を含む窒化物半導体の中央から前記窒化物の中央から前記窒化物の上方領域に電流が流れるように形成されることを特徴とする窒化物半導体素子。

【請求項2】 前記窓部の幅が $5\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下であることと特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記マスクの幅が $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記窓部の幅が前記マスクの幅と等しい広さまたはそれ以上の広さに形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記窒化物半導体下地層は、Si、O、C、I、S、C、Ge、Zn、Cd、MgおよびBeの不純物群のうち、少なくとも1以上の不純物を 1×10^{17} / cm^3 ~ 8×10^{18} / cm^3 の範囲内を含むGaNであることを特徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記窒化物半導体下地層はAl_{1-x}Ga_xN (0.01≦x≦0.15)を含むことを特徴とする窒化物半導体装置。

【請求項7】 前記 $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0.01 \leq x \leq 0.15$) に含まれる不純物の濃度が 3×10^{17} 以上 $8 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項6に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項8】 前記窒化物半導体下地層は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下の窒素を含有する窒化物半導体下地層であり、前記窒化物半導体下地層の窒素濃度は $0.01 \leq x \leq 0.18$ を含むことを特徴とする窒化物半導体。

【請求項9】 前記 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0.01 \leq x \leq 0.18$) に含まれる不純物の濃度が 1×10^{17} 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴とする請求項8に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項10】前記井戸層にAs、PもしくはSbの元素群のうち少なくとも1つを含む不純物が含まれていることを特徴とする請求項1から9のいずれかの項に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項1】 請求項1から10のいずれかの項に記載の窒化物半導体レーザ素子を利用したことを特徴とする半導体光学装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は窒化物半導体レーザー素子に関し、特に閾値電流密度を低下させた窒化物半導体レーザー素子とこれを利用した光学装置に関する。

[0002]

【従来の技術】GaN基板の上にSiO₂マスクのマスクパターンが形成され、このSiO₂マスクの上と、SiO₂マスクが形成されていない意図の上にGaN層が堆積され、GaN層上に窒化物半導体レーザ素子が形成されることが、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39 (2000) p. L647-650において報告されている。

100031

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この報告では Si-O マスクを有する GaN 基板に形成される窒化物半導体レーザ素子の形成位置については詳細な説明がなされていないかった。

【0004】本明細書では、酸化物半導体層基板上もしくは酸化物半導体層上に形成された酸化物半導体層上にマスキングと露出部が形成されたマスクパターンを含むマスキング基板があつて、そのマスキング基板に作製された酸化物半導体層を有する酸化物半導体素子の電流密度的な特性について説明される。本発明は酸化物半導体層レザ素子の電流効率部分の形成位置を適正化することによって、レーザ発光素子の電流密度の低い酸化物半導体層レザ素子を提供することを目的とする。

[000]

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明による窒化物半導体レーザー素子は、窒化物半導体基板上もしくは窒化物半導体基板上に形成された成長窒化物半導体層上に、窒化物半導体がエピタキヤル成長するように成長制御層が形成されたストライプ状のマスクを含有し、このマスクが形成されていないストライプ状の意匠と対応けられたマスクパターンを含むマスク基板を含み、このマスクパターン上に形成された窒化物半導体下層部と、少なくとも1個層とを形成した井戸層と、少なくとも1個層とを形成した障壁層とを含む発光層とを含有し、また井戸層とこれに接する障壁層とをともに含む、上記意匠の中央から上記発光素子構造まで、かつその意匠のストライプ方向に沿って1 μm 以上離れかつその意匠の端内の上方向領域に、電流挟持部分の少なくとも1部が形成されることを特徴とする。

【006】上記窓部の幅は $5\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下であり得り、上記マスクの幅は $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり得る。

【0007】また、上記窓部の幅は上記マスクの幅と等しい広さまたはそれ以上の広さに形成され得る。

15
い。ただし、窒化物半導体基板は、n型の構造を有するように不純物がドーピングされる必要がある。

【0080】p電極15部分は、窓部のストライプ方向と同じ方向に向かってストライプ状にエッチングされ、リッジストライプ部19が形成された。このリッジストライプ部19は、窓部中央Wcから3μm離れた位置に形成した。また、リッジストライプ部19の幅Rwは1.7μmとした。その後、誘電体膜18が蒸着され、p型コンタクト層13が露出されて、p電極15がPd/Mo/Auの順序で蒸着されて形成された。また、このp電極15材料には、Pd/Pt/Au、Pd/Au、またはNi/Au等が用いられてもよい。

【0081】また、上記エピウェルをリッジストライプ方向に対して垂直方向にへき開し、共振器長9000μmのフアブリ・ペロー共振器を作製した。共振器長は一般に300μmから1000μmが好ましい。マスクのストライプ方向が1-100°方向に沿って形成された窒化物半導体レーザ素子の共振器端面は、窒化物半導体結晶の面（{1-100}面）である。レーザ共振器の帰還手法以外に、一般に知られているDFB (Distributed Feedback)、DBR (Distributed Bragg Reflector) が用いられてもよい。このフアブリ・ペロー共振器の共振器端面を形成した後、該端面に70°の反射率を有するSiO₂とTiO₂の誘電体膜を交互に蒸着し、誘電体多層反射膜を形成した。誘電体材料としては、SiO₂/Al₂O₃が誘電多層反射膜として用いられてよい。

【0082】以上のようにして図1の窒化物半導体レーザ素子チップが作製された。

【0083】次に、窒化物半導体レーザ素子チップ（パッケージ）を実装する方法について述べる。

【0083】高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、放熱対策には注意を払わなければならない。たとえば、高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、Inはんだ材を用いて、Junction downでパッケージ本体に接続されることが好ましい。また、高出力窒化物半導体レーザ素子チップは、直接パッケージ本体やヒートシンク部に取り付けられるのではなく、Si、Al、In、Ga、Fe、Cu、SiC、またはAu等のサブマウントを介して接続しても構わない。

【0084】以上の結果、窒化物半導体レーザ素子の電流供給部分が本発明に係る最上位位置に作製されることによって、レーザ共振器端面の低抵抗化が達成された。

【0085】【実施の形態2】以下、図8を用いて、本発明の形態2について説明する。本実施の形態2は、実施の形態1で述べられたリッジストライプ構造を有する窒化物半導体レーザ素子と、電流阻止層22を有する窒化物半導体レーザ素子（図4(b)）に替えた以外は実施の

16

の形態1と同様である。

【0086】図8は、図7に示されたマスク基板304、In_{0.07}Ga_{0.93}Nからなるn型クラッド防止層106、Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるn型クラッド層207、Ga_{0.2}Ga_{0.8}Nからなるn型クラッド層108、発光層109、Al_{0.3}Ga_{0.7}Nからなるp型キャリアブロック層110、Ga_{0.4}Nからなるp型光ガイド層111、Al_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるp型クラッド層212、電流阻止層22、Ga_{0.5}Nからなるp型コンタクト層113、n電極214、p電極215から構成される。

【0087】電流阻止層22は、p型電極15から注入された電流が、図8で示された電流阻止層22間隔のみを通過できるように電流を阻止する層であらばよい。例えば、電流阻止層22として、n型Al_{0.35}Ga_{0.65}N層を用いてもよい。電流阻止層22のAl組成比は0.25に限らず、その他の値でも構わない。

【0088】本実施の形態2では、マスク基板に形成されたマスクの幅Mwを13μm、窓部の幅Wwを13μm、マスクの厚みを0.1μmおよび電流阻止層間隔を1.8μmに設定した。また、2つの電流阻止層22に挟まれた部分の一端を、窓部中央Wcから4μm離れた位置に設定した。

【0089】【実施の形態3】本実施の形態3は、窒化物半導体基板に積層された窒化物半導体層上にマスクが作製されたこと以外は、実施の形態1または実施の形態2と同様である。

【0090】本実施の形態3の、隣接マスク基板の作製方法を以下に説明する。まず、面方位が（0001）面であるGa_{0.4}N基板（窒化物半導体基板の一例）をMOCVD装置に実装した。そして、550℃の成長温度で、NH₃とTMGaをGa_{0.4}N基板に供給して、低温度で、n型パッパ層を形成した。次に、成長温度を1050℃まで昇温し、NH₃、TMGaおよびSiH₄を供給して、低温度Ga_{0.4}Nパッパ層上にn型Ga_{0.4}N層（窒化物半導体層の一例）を形成した。n型Ga_{0.4}N層を形成した後、該基板をMOCVD装置から取り出した。

【0091】続いて、MOCVD装置から取り出された該基板のn型Ga_{0.4}N層の表面に、Si₃N₄から形成された成長抑制膜を厚さ0.15μmで蒸着した。Si₃N₄は、スパッタリング法で蒸着した。その後、従来のリソグラフィ技術を用いて、Ga_{0.4}N基板の<1-100>方向に沿って、ストライプ状のSi₃N₄のマスクを形成した。このマスクは、マスク幅が7μm、窓部幅が8μmで形成した。このようにして、本実施の形態3のマスク基板を得た。

【0092】次に、得られたマスク基板を十分に有機溶剤で洗浄し、MOCVD（有機金属気相成長法）装置に搬送した。そして、このマスク基板に、成長温度1050℃の条件下、1族原料のNH₃、111族原料のTMGaおよびSiH₄（Si不純物濃度1×10¹⁸/cm³）を

17

供給して、厚さ20μmのGa_{0.4}N膜（窒化物半導体層下の層の一例）を積層した。このようにして、本実施の形態3の低抵抗マスク基板が得られ、実施の形態1または実施の形態2と同様の手法を用いて窒化物半導体レーザ素子を作製し得る。

【0093】本実施の形態3で説明された低抵抗Ga_{0.4}Nパッパ層は、低抵抗Al_{0.1}Ga_{0.9}Nパッパ層（0≤x≤1）であればよく、低抵抗パッパ層自体が形成されなくてもよい。

【0094】しかしながら、現在、供給されているGa_{0.4}N基板は表面モフォロジーが好ましくないため、低抵抗Al_{0.1}Ga_{0.9}Nパッパ層（0≤x≤1）が導入された方が、表面モフォロジーが改善されて好ましい。ここで、低抵抗パッパ層とは、約450℃〜600℃の成長温度で形成されるパッパ層のことを指す。これらの成長温度範囲で作製されたパッパ層は多結晶もしくは非晶質であり得る。

【0095】【実施の形態4】本実施の形態4は、As、PおよびSbの元素群のうち少なくとも1つを含む元素が窒化物半導体レーザ素子の発光層に含有されたこと以外は、上記実施の形態1から実施の形態3と同様である。

【0096】本発明は、As、PおよびSbの元素群のうち少なくとも1つを含む元素が、窒化物半導体発光層の発光層のうち少なくとも1つに含有される。このとき、井戸層に含有された上記元素群の総和の組成比をxとし、同じく井戸層のN元素の組成比をyとすると、x/(x+y)は0.2（20%）以下であり、好ましくは0.2（20%）以下である。元素群の総和の組成比が30%より高くすると、濃度分離から六方晶系と立方晶系が混在する結晶系分離に移行し始め、井戸層の結晶性が低下し、20%よりも高くなる井戸層内の生じ始めるためである。また、上記元素群の総和の下限値は、1×10¹⁸/cm³以上である。元素群の総和の添加量が1×10¹⁸/cm³より小さくなると、井戸層に上記元素を含有したことによる効果を得られにくくなるためである。

【0097】本実施の形態4による効果は、井戸層に上記元素群のうち少なくとも1つを含む元素が含有されることによって、井戸層の電子とホールの有効質量が小さく、また、井戸層の電子とホールの移動度が大きくなる。半導体レーザ素子の場合、前者は少ない電流注入量でレーザ発振のためのキャリア反転分布が得られることを意味し、後者は光波長で電子とホールが光増倍率に比べて、本発明の窒化物半導体レーザ素子は、さらに図

18

値電流密度を低下させることができ、自動発振特性の優れた（雑音特性に優れた）半導体レーザであり得る。

【0098】【実施の形態5】本実施の形態5において、本発明に係る窒化物半導体レーザ素子が半導体光学的装置に適用された場合について説明する。また、その他の本発明に係る事例については、上述の実施の形態1から実施の形態4と同様である。

【0099】本発明による窒化物半導体レーザ素子は半導体光学装置、例えば光ビームアップアンプ装置に利用される。以下の点において好ましい。本発明に係る窒化物半導体レーザ素子は、レーザ共振器端面電流密度が低いことから低消費電力かつ高効率に優れた高密度記録再生用光ディスク装置に好ましく適用されるためである。

【0100】図9は本発明の窒化物半導体レーザ素子が半導体光学装置に利用された一例として、光ディスタック装置（光ビームアップアンプ）を有する装置。たとえば、DV（デジタルビデオ）の記録装置を示す。図9のレーザ33は、入力情報に応じて光ディスタック1で変調され、レンズ28を通してディスク1に記録される。再生時は、ディスク1のビット配列によって光学的に変化を受けたレーザ光33がスプリッタ30を通して光検出器34で検出され、再生信号となる。これらの動作は制御回路35によって制御される。レーザ出力については、通常、記録時は30mWで、再生時は5mW程度である。

【0101】本発明は、上記光ビームアップ装置を有する光ディスタック装置の他に、たとえば、レーザプリンタ、バーコードリーダー、光の三原色（青色、緑色、赤色）レーザによるプロジェクタ等にも利用可能である。

【0102】

【図1】 図1は本発明の一例を示した模式的断面図である。

【図2】 マスク基板の一例を示した模式的断面図である。

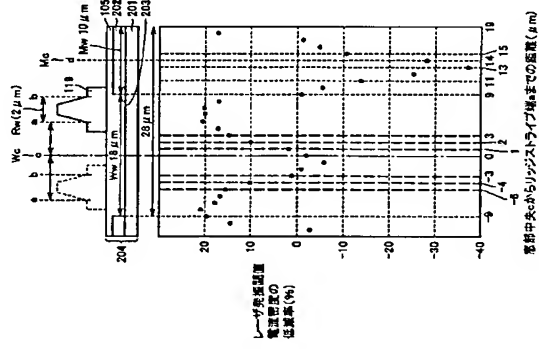
【図3】 図1は本発明の一例を示した模式的断面図である。

【図4】 窒化物半導体レーザ素子の一例を示した模式的断面図である。

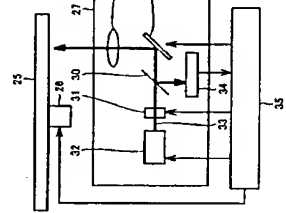
【図5】 図1は本発明の一例を示した模式的断面図である。

【図6】 窒化物半導体レーザ素子の一例を示した模式的断面図である。

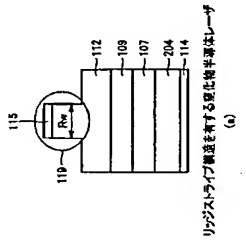
【図5】



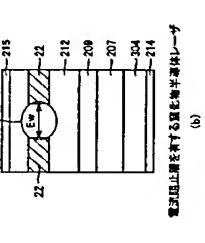
【図9】



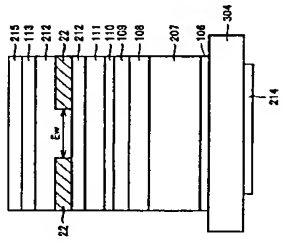
【図4】



【図2】

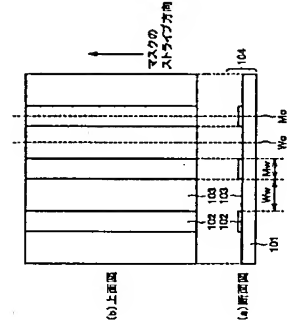


【図8】

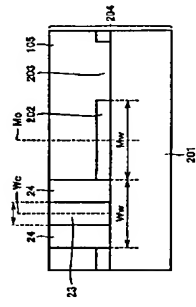


8 n型光ガイド層、9.109 発光層、10.110 p型キャリアブロック層、11.111 p型光ガイド層、12.112.212 p型クラッド層、13.113 p型コンタクト層、14.114.214 n型電極、15.115.215 p電極、16 n型電極パッド、17 p型電極パッド、18 誘電体膜、19.119 リジストストライプ部、20 ワイヤボンダ、21 電流制御部分、22 電流阻止層、23 領域I、24 領域II、25 デイスク、26 モータ、27 光ビックアップ、28 レンズ、29 追従鏡、30 スプリッタ、31 光変調器、32 レーザ、33 レーザ光、34 光検出器、35 制御回路。

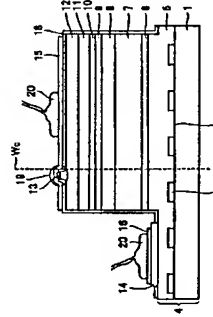
【図2】



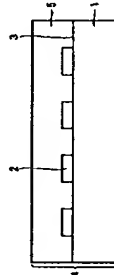
【図6】



【図1】



【図3】



【図7】

